

■ IRIDeSの一般公開イベント ■

● 金曜フォーラム

毎月1回、IRIDeSの最新研究成果を発表しています（無料、申込不要）。

● 見学会

IRIDeSは、活動を紹介する展示スペースや、日本の研究所としては最大サイズの3Dスクリーンを設けています。数か月に1度の見学会では、研究者による展示解説、今村文彦所長監修3D映画「大津波3.11未来への記憶」（NHKメディアテクノロジー制作）の上映等を行っています（無料、要申込）。

※日程・内容など最新情報はHPをご覧ください。

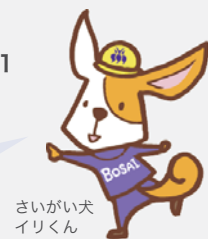
【編集・発行】

東北大学 災害科学国際研究所

〒980-8572 仙台市青葉区荒巻字青葉468-1

HP:<http://irides.tohoku.ac.jp/>

 仙台市地下鉄東西線
「青葉山駅」から徒歩3分



お問い合わせ

IRIDeS広報室

電話：022-752-2049

メール：koho-office@irides.tohoku.ac.jp

編集後記

青葉山新キャンパスへ農学部・農学研究科が移転、IRIDeS棟の向かいには図書館、食堂、ショップなどがある青葉山コモンズがオープンし、にぎやかになってきました。IRIDeSの一般公開イベントなど、ぜひご参加ください。

(IRIDeS広報室 中鉢奈津子)

2018年3月発行

東北から、実践的防災学を世界へ

IRIDeS

International
Research
Institute of
Disaster
Science,
Tohoku
University

NEWS

東北大学災害科学国際研究所

NEWSLETTER [イリディス・ニュース]

2018



Pick up!

〈特集〉第1回 世界防災フォーラム

〈研究紹介〉2011年東北沖巨大地震発生後の海底地殻変動／津波工学・災害医学の協働

〈写真特集〉東日本大震災この7年

IRIDeS
組織紹介



災害リスク
研究部門



人間・社会対応
研究部門



地域・都市再生
研究部門



災害理学
研究部門



災害医学
研究部門



情報管理・
社会連携部門



寄附
研究部門



リーディング大学院
グローバル安全学
トップリーダー育成プログラム

ご 挨 拶



東北大学災害科学国際研究所 (IRIDeS)
所 長 今 村 文 彦

IRIDeSは昨年度から、新たな取り組みを開始しました。プロジェクトエリア・ユニット制の導入と、第1回世界防災フォーラムの開催です。IRIDeSは創設以来、地域が抱える課題に対して研究者が学際的に取り組み、その研究成果を地域に還元する「実践的防災学」を目指してきました。それをさらに推進する制度がプロジェクトエリア・ユニット制であり、また、昨秋の世界防災フォーラムは、世界各国からさまざまな人々が地域の課題を持ち寄り、議論し、さらに一歩先へ進む場となりました。東北と世界をつなぐフォーラムとして、今後も国際都市・仙台の大きな柱となるべく発展させていってほしいと、多くの人々から、期待が寄せられています。

今年は、第1回世界防災フォーラムの成果を、2018年国際災害リスク会議（スイス・ダボスで夏季に開催される防災会議）へとつなぎ、さらに、来年2019年に開催される第2回世界防災フォーラム（仙台）に向けて尽力していきたいと考えています。

IRIDeSは、このたび学術・芸術・社会活動等において東北の発展に寄与した個人・団体に贈られる第67回（2017年度）河北文化賞を受賞しました。賞に込められた期待に応え責任を果たすべく今後も邁進していく所存です。

今年7月には、北海道南西沖地震（奥尻島地震）から25周年を迎えます。当時、島の中学生としてこの地震を体験したひとりの若い研究者が、IRIDeSに参画し活動しています。東日本大震災を経験した若い世代も、将来、日本および世界の防災を担う人材として活躍してほしいと願っています。

C O N T E N T S

2-4 特集

第1回 世界防災フォーラム

5-10 研究紹介

2011年東北沖巨大地震後の海底地殻変動を解明
津波工学・災害医学が協働で救命に取り組む
仙台平野で新たに活断層を確認
津波と藻場被害の関係を科学的に明らかに

11-12 活動紹介

南海トラフ勉強会／岩泉で巡検／石垣島「世界津波博物館会議」

13-14 写真特集

東日本大震災－写真で見る被災地この7年－



第1回「世界防災フォーラム」を開催しました

世界防災フォーラムとは

2015年に仙台で開催された第3回国連防災世界会議で、「仙台防災枠組 2015-2030」が策定されました。会議のホスト国・日本では、今後、国内の防災対策を進めていくだけでなく、国際社会との連携を深め、「仙台防災枠組」*1の実施を強力に牽引していくことが求められています。

その一環として、スイスの防災ダボス会議と協力して、「世界防災フォーラム／防災ダボス会議@仙台」を、2017年より隔年で開催していくことになりました。国内外から産・官・学・民の防災関係者が仙台に集い、地元市民の方々も参加します。多様な人々が世界最先端の防災知見を共有し、防災の具体的な解決策を創り出すとともに、東日本大震災に関する教訓を世界に発信していくことが目的です。

*1: 仙台防災枠組 … 世界全体の将来の防災の方向性を示す取り決め。国連加盟国は今後2030年まで、この国際的防災指針に沿って防災を推進していくことに合意し、会議開催地・仙台を記念し「仙台」という名前が冠された。具体的な推進の方法については、各関係者にまかされており、各自が創出していく必要がある。

東北大学IRIDeSのかかわり

東北大学およびIRIDeSは、この世界防災フォーラム運営の一翼を担い、第一回フォーラムの開催を全面的に支援しました。今村文彦IRIDeS所長が世界防災フォーラム実行委員会*2委員長、里見進・東北大学総長が会長をつとめ、世界防災フォーラム事務局をIRIDeS内に設置し、仙台市をはじめさまざまな関係機関と連携しながら、鋭意、準備を進めました。

*2: 世界防災フォーラム実行委員会 … 東北大学、仙台市、宮城県、河北新報社、東北経済連合会、Global Risk Forum GRF Davos、仙台商工会議所で構成。

第1回世界防災フォーラム、成功裏に終了

2017年11月25日（土）～28日（火）、記念すべき第1回世界防災フォーラムが、仙台国際センターおよび東北大学川内萩ホールで開催されました。一般公開・無料市民イベントである前日祭を皮切りに、49のセッション、27のミニプレゼンテーションが行われ、93のポスター、12の展示ブースが出展されました。また、フォーラム期間中に、被災地へのスタディーツアー・エクスカーションも実施されました。

フォーラムへは、イラン・フィリピン・台湾・アメリカなど42の国・地域から、947名の会議登録者が参加しました。延べ参加者は、一般市民来場者や、同時開催イベント「ぼうさいこくたい」「防災産業展」の関係者等も含め1万人以上に達し、大盛況となりました。

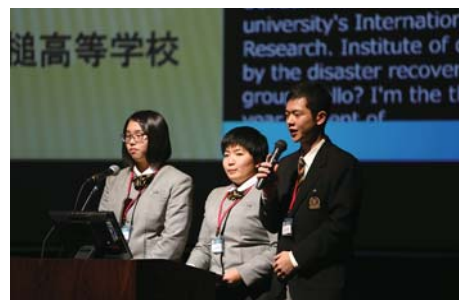
第1回世界防災フォーラムの活動と成果

多様な人々が、理論ではなく防災実践を目指すのが、世界防災フォーラムの特徴です。
第1回フォーラムのさまざまな活動と成果をご紹介します。

▶ 前日祭

開幕イベント「前日祭・サイエンスアゴラ連携企画－災害に学び、未来へつなぐ－」には、約700名が参加しました。第1部では、被災した岩手県・宮城県・福島県の若い世代が、復興・防災に向けた真剣な取り組みを発表しました。南海トラフ巨大地震に向け先進的な防災に取り組む大西勝也・高知県黒潮町長も参加し、「うわべでは人の心は動かない。本質を追求する姿が一番共感を呼び、他者の賛同を得る」と若者にエールを送りました。

復興・防災における文化面を重視した第2部では、国内外から寄せられた支援への感謝を込めて、被災地・気仙沼の勇壮な伝統芸能「浪板虎舞」が披露されました。仙台フィルメンバーによるアンサンブル、NHK 少年少女合唱隊によるコンサートでは、復興への思いを込めた「群青」「花は咲く」等を合唱し、感動を呼びました。



左) 復興研究会の取り組みを発表した
岩手県立大槌高校の皆さん
右) 被災地の復興を力づけてきた虎舞



▶ オープニング

小此木八郎・内閣府特命担当大臣（防災）も出席した「ぼうさいこくたい」との合同オープニングに続き、世界防災フォーラム単独のオープニングが行われました。震災で家族を失った陸前高田出身の大学生が未来に向けた決意表明を行い、また、ロバート・グラッサー・国連事務総長特別代表（防災担当）ら世界の防災リーダーが一堂に会し、それぞれの組織における「仙台防災枠組」の進捗状況をまとめ、世界防災フォーラムへの期待を表明しました。

▶ セッション

さまざまなセッションが開催されました。災害研究の傾向と課題を明らかにする「防災の学術動向」（主催：エルゼビア社）、途上国でどのように防災への事前投資を実現するかを議論する「持続可能な開発に向けた防災への事前投資」（主催：JICA）、東北大学の災害科学が世界トップレベル研究拠点として認められ、本学が指定国立大学に選ばれたことから開催されたキックオフシンポジウム（主催：東北大学）、災害統計グローバルセンターの国連持続可能な開発目標への貢献などについて論じる「富士通が目指すSDGsの社会課題解決とICT」（主催：富士通）など、最前線の防災トピックが活発に議論されました。



▶ 世界防災サーベイ

世界防災フォーラム参加者に、「世界防災サーベイ」と題し、仙台防災枠組に関連したアンケート調査を行いました。その結果、回答者のうち、第3回国連防災世界会議に出席したのは3割でしたが、仙台防災枠組について認識している人々は7割に達すること、自国で将来リスクが高いと考えられる災害として「地震」を挙げる人が最も多いなど、興味深い傾向が明らかになりました。この調査は、今後の世界の防災政策等に生かすことを目的に実施されましたが、おそらく、世界初の世界規模での防災意識調査となりました。



▶ 閉会式でまとめを発表

閉会式では、世界防災フォーラムのまとめ「実行委員長サマリー」を、今村文彦実行委員長が発表しました。「フォーラムの主要な論点は、『科学と技術』『政策と財政』『社会と文化』の3つに整理できます。うち『科学と技術』では、津波シミュレーション、ドローン、ビッグデータの活用、宇宙技術の応用など、防災に役立つ最先端の科学技術などがトピックとなりました。『政策と財政』では、発展途上国における持続可能な開発へ防災をどう組み込むか、東日本大震災からの復興という主に2つの状況を主題に、防災に不可欠な政策や財政面での支援の重要性が議論されました。そして『社会と文化』では、防災活動を行うさまざまな団体や個人の現状と課題や、災害弱者のニーズ、災害伝承などが議論されました。」

今村実行委員長は、この3本柱を同時に機能させることが防災に不可欠であると指摘した後、寺田寅彦の言とされる「災害は忘れた頃にやってくる」をもじり、「災害は忘れなければ対処できる」と述べて締めくくりました。

▶ 次回「世界防災フォーラム」に向けて

第1回世界防災フォーラムは、多様な参加者が、世界のさまざまな先進的防災技術・学術・知識を持ち寄り、「仙台防災枠組」の実施を推進する貴重な機会となっただけでなく、豊かな文化交流の場ともなったのが特長でした。世界防災フォーラムは、スイスの防災ダボス会議と連携しながら、今後も2年に1度、定期開催していく予定です。その都度、最先端の防災知見を共有しながら、東日本大震災の経験の風化を防ぎ、世界・次世代に息長く伝えていく場となることが期待されます。

「仙台防災枠組」により、SENDAI は世界に防災のキーワードとして知られるようになりました。今後も世界防災フォーラムでは、幅広い分野の専門家と市民が手を携え、SENDAI からBOSAI を世界に広げながら防災社会の構築を目指します。



2011年東北沖巨大地震後の海底地殻変動を解明



災害理学研究部門 木戸 元之 教授

▶ 木戸元之教授ら、巨大地震後の海底地殻変動を世界で初めて明らかに

2011年3月11日、宮城県沖の太平洋海低深くの日本海溝沿いで、プレート（地球の表面を覆う岩盤）同士が大きくずれ動き、マグニチュード9.0の巨大地震が発生しました。この地震と地震による津波は東北地方を中心に甚大な被害をもたらしました。専門家の間では、「純粋な自然現象としての地震」は「2011年東北地方太平洋沖地震（以下、東北沖地震）」、「地震が引き起こした災害」については「東日本大震災」と、区別して呼ばれています。

大きな地球の動きとして、日本列島付近では、常に陸側のプレートの下に海側のプレートが沈み込んでいますが、摩擦力が働くため沈み込みとともにプレート内にひずみがたまり、時折、このひずみを断層の破壊として解消することで地震が発生します。東北沖地震も同じ原理に基づくものでしたが、断層の破壊域が極めて広く、日本の観測史上最大規模であったことが特徴です。

IRIDeSの木戸元之教授、日野亮太教授（東北大理学研究科所属、IRIDeS兼任）らの研究チームは、特別な観測機器を用いて地震時の大きな動きを観測した他、地震後は観測網を拡充させ2012年から約4年間にわたり、東北沖全域にわたる海底の地殻（プレート表層部）の動きを継続して調べてきました。いわば「海底における2011年巨大地震の続き」の調査で、木戸教授らはこの観測結果から、巨大地震後の海底の複雑な動きを世界で初めて明らかにし、2017年、論文として発表し^{*1}、国内外から大きな反響がありました。

^{*1}: Tomita, F., M. Kido, Y. Ohta, T. Iinuma, and R. Hino, "Along-trench variation in seafloor displacements after the 2011 Tohoku earthquake," Science Advances, 3, e1700113, doi:10.1126/sciadv.1700113, 2017.

▶ 高度な技術が必要な海底調査

そもそも、海底深くの動きをどうやって調査するのでしょうか。陸上の位置測定については、昔は地上の測量で行っていましたが、近年では人工衛星を使った全地球測位システム（GPS）の発達により、電波を使って正確・容易・安価に行えるようになりました。ある地点の位置の経時変化を常時監視でき、地殻が一定期間にどれだけずれ動いたかを、正確に割り出すことが可能です。一方、海中は電波が届かないためGPSは使えません。日本海溝付近ともなると、陸地から遠く離れ、かつ水面から5000m以上もの深さに位置します。人が近づけない深海底の正確な動きを捉えることは、長年にわたり、極めて難しいことでした。

しかし、海底で発生する地震のメカニズムを解明するためには、遠く離れた陸で観測するだけでは不十分で、海底に肉薄することが不可欠です。木戸教授ら研究者はその重要性を認識し、すでに2000年代初頭からこの課題に取り組んでいました。海上保安庁などと連携し、特に定期的に発生してきた宮城県沖地震を視野に入れて海底地殻変動観測システムの開発・導入を進め、東北沖地震直前の2010年には海底地殻変動の観測体制を軌道に乗せることができました。

木戸教授らが用いる海底の動きを計測する機器は、「深海精密トランスポンダ」と呼ばれます【図1】。3つ以上を一組であらかじめ海底に沈めておき、GPSで位置がモニターされている海上の船から音波を送ります【図2】。各トランスポンダから返事が返ってくるまでの時間を測定し、海水温度などによる音の伝わる速度の影響も補正してトランスポンダの位置を求めます。この観測を定期的に行い、深海底に沈めてあるトランスポンダが、前回の調査からどれだけずれ動いたかを調べ、地殻の移動距離や移動方向を明らかにします。基本的に、トランスポンダの位置変化を正確に調べ続けるという、原理としては単純なものです。水深5000mで起こっている、センチ単位の動きを正確に割り出すのは、非常に高度な技術が必要です。



【図1】深海精密トランスポンダの投入設置作業

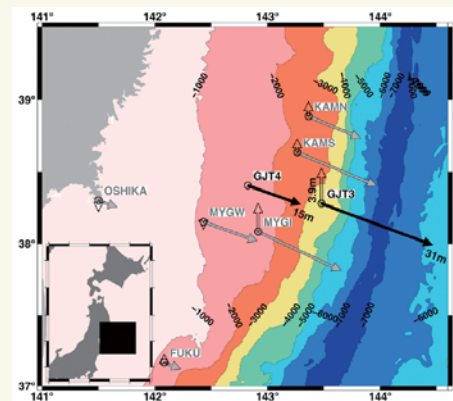


【図2】船上からトランスポンダへ音波を送る（船の位置はGPSで計測）

2011年東北沖地震は、予想していた宮城県沖地震より、はるかに大規模かつ広範囲にわたる想定外のものでしたが、すでに海底地殻変動観測システムが稼働を始めていたため、結果として、この地震により陸側のプレートが最大で31mも東にずれ動いたことなどを、世界で初めて捉えることができました^{*2}。一方、このとき陸上で観測できた最大のずれ幅

は、もっとも海側に位置する牡鹿半島付近でもわずか5mでした【図3】。もしこの観測システムが存在していなかったら、この海底での大きな動きが、解明されないままであったことになります。

^{*2}: Kido, M., Y. Osada, H. Fujimoto, R. Hino, and Y. Ito, "Trench-normal variation in observed seafloor displacements associated with the 2011 Tohoku-Oki earthquake," Geophys. Res. Lett., 38, L24303, doi:10.1029/2011GL050057, 2011.



【図3】2011年東北地方太平洋沖地震による地震時の海底の動き (Kido et al., 2011, GRL)

▶ 木戸教授らの研究の意義

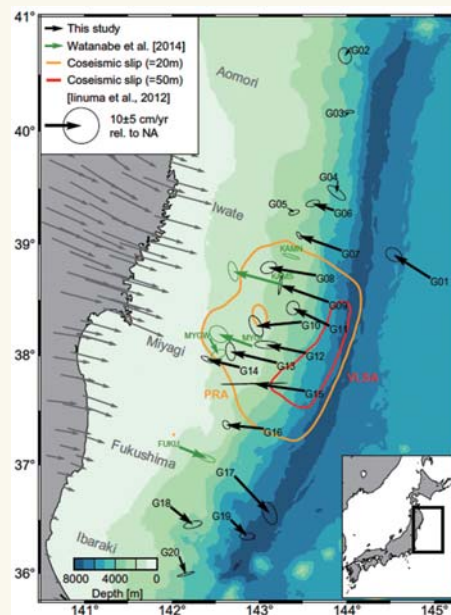
今回の木戸教授ら研究チームの成果は、「2011年東北沖地震のその後4年間の動き」を解明したことです。研究によると、2011年地震時に巨大な断層すべりが起きた宮城県沖では、その後、プレートが西向きに動き続けていました。一方、それより南側の福島県沖では、正反対の東向きの動きがみられました【図4】。領域により地殻の動きは異なり、複雑な様相を呈しており、研究チームは、宮城県沖の変動の原因は「粘弾性緩和」で説明できる一方、福島県沖については、巨大地震のときに持ちこたえた場所が、今、ゆっくり動きながら、いわば「巨大地震の続き」である「アフタースリップ」が発生しているのではと、指摘しています。

なぜ、「巨大地震のその後」に迫ることが重要なのでしょうか。木戸教授は、「地震は、それが起こった瞬間だけではなく、前後に連続したサイクルとして捉える必要があるからです」と説明します。「特に巨大地震ともなると、地震から相当長い年月をかけて、いわば『後始末』の動きが続いていきます。2011年の東北沖地震関連の動きは、現在も続いています。地震直後の速い動きは徐々に減衰してきましたが、地震前の状態に戻るには、まだ何十年もかかるのです。」

地震後の地殻の動きを正確に捉えることは、その後どのようにプレート内のひずみが解消され、あるいはさらにひずみがたまっているかを理解し、それが将来さらなる地震にどのようにつながりうるかを考える上で、極めて重要です。将来起こる地震の日時や大きさを正確に予知することは、現在の科学ではできませんが、こういった地殻変動の解明は地震のリスクの評価に役立ち、防災計画を立てる上で重要な参考資料にもなります。

Large-scale research

「今回、貞観地震（869年）以来ずっと動いていなかったと考えられる日本海溝付近のプレートが大きく動きました。」数百年から千年以上の周期の巨大地震の科学的データは、過去に存在しませんでした。巨大地震の発生頻度を考えると、まさに今のタイミングで観測を行わないと、今後何百年もデータを得る機会が失われることになります。そもそも調査が容易でない海底の動きを、しかも極めてまれな巨大地震の影響について、世界に先駆けて解明した、木戸教授らの研究の意義は、極めて大きいといえます。



【図4】2011年東北沖地震後の4年間にわたる海底の複雑な動き (Tomita et al., 2017, Science Adv.)

▶ 今後の研究

通常の巨大地震以外にも、その発生場所の周囲に、時間をかけて時折ゆっくりとすべる、地震波を出さない「スロースリップ」と呼ばれる現象が存在することが知られています。いわば「スローモーションの地震」ともいえる現象ですが、地震と同じようにひずみの蓄積と解放に影響を与え、また、巨大地震の引き金になることがあることもわかっています。近年、この「スロースリップ」は、世界中で新たに確認されており、今後、木戸教授も研究を続ける予定です。月単位で動きの変化するスロースリップによる海底地殻変動をモニターするためには、頻度の高い観測が必要となります。毎回船に乗って海溝付近まで移動し、その都度計測する現在のやり方では、観測頻度が限られ、コストも甚大です。今後、無人船等での自動計測により、時間的に連続したデータを得られる道を開拓していきたいと、木戸教授は語ります。また、例えば琉球列島や千島列島の沖合など、過去に巨大地震が発生したことが知られているにもかかわらず観測体制がない地域もあり、観測網のさらなる拡大も課題です。今後も木戸教授は、最後のフロンティア・深海の研究を進め、地震発生のメカニズム解明を続けていきます。



左から
マス・エリック 准教授、越村俊一 教授（災害リスク研究部門）
江川新一 教授、佐々木宏之 助教（災害医学研究部門）

▶ はじめに

2017 年度、IRIDeS の越村俊一教授ら研究チームは、広域被害把握技術と災害医療を融合させる 5 年計画の大型研究を開始しました。発災直後、広範囲におよぶ津波の人的・物的被害をすばやく把握し、そこから被災地の医療救護ニーズを推定した上で、最善の医療体制を明らかにすることが目的です。南海トラフ巨大地震・津波が発災すると、圧倒的に医療資源が不足することが想定されます。人命救助のタイムリミットが迫る中で、一人でも多くの命を救うために、災害派遣医療チームはどう動けばよいかを、短時間で提案できるようにすることを目指しています。

▶ きっかけ

越村教授は、2011 年の東日本大震災直後、「通信網が途絶し災害情報が得られず、災害研究者でありながら、被災地の実態がつかめない」という、苦い経験をしました。それを契機に、コンピュータシミュレーション技術や人工衛星・無人航空機等によるリモートセンシング技術を利用して、発災後に被災地の全体像や被害程度を短時間で把握できる技術の開発を行ってきました。現在、津波発生後に実施されるリアルタイムシミュレーション技術は内閣府の被害推定システムとして採用・運用され、30 分以内に津波被害を推定することが可能になっています。

しかし越村教授は、それらの研究を進めながらも、「被害の予測や把握は重要であるが、それだけでは人の命は救えない」と感じていました。「被害を把握する研究の現状は災害に対して“受け身”であり、ここから人の命を救う研究に広げていきたい。」

越村教授が、人の命を救うための研究とは何かを考えていた時、IRIDeS の江川新一教授、佐々木宏之助教（災害医学）らから、「災害派遣医療チーム」（DMAT）の活動について詳しく知る機会がありました。DMAT は、医師・看護師・業務調整員らで構成され、平時に訓練を重ねておき、災害急性期

に被災地に入り、被災者の命をつなぎ、「防ぎ得た災害死」＊を少しでも減らすための活動を行っています。佐々木助教は DMAT の資格を持ち、熊本地震の際は、実際に被災地で医療活動を行いました。

越村教授は、津波工学と医学との連携研究は過去にはなかったが、今後、両者が協働すれば、「防ぎ得た災害死」を減らす研究が実現できるかもしれないと考え、医学部門の研究者らに共同研究を提案しました。学際的な災害研究所・IRIDeS にいるからこそできる着想でした。災害医学研究者から賛同を得ることができ、さらに、所外の DMAT 実務責任者や、理学、空間情報工学など幅広い分野の研究者も加わって、総勢 12 名からなる研究チームが発足しました。

＊：「防ぎ得た災害死」…通常の環境・医療体制なら救命できたと考えられる死

▶ 特徴

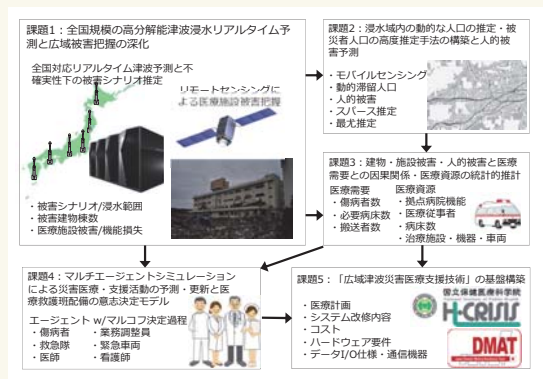
この研究が目指しているのは以下の通りです。(1) 地震発生後、まずは迅速に被害を予測する。被災地の物理的な被害から、人および医療機関が受けた被害程度を推定する。(2) そこから、傷病者数、必要病床数、搬送者数、必要な医療資源等を推計する。(3) 被災地の最前線に赴く DMAT に、広域被害把握技術によって得られた被災地情報を伝え、その医療活動の展開を支援する。(4) 同時に、DMAT が、限られた医療・人員資源をどのように配分し、どう動けば、最も多くの人命を救えるかをシミュレーションにより解析し、DMAT が最も効率的に活動できる体制を提案する。(5) 被災状況、物資提供状況など、刻々と変わっていく条件から予測情報と支援情報を更新していく。【図 1】

この研究の最大の特長の一つは、実際に災害医療の最前線で活動している DMAT 関係者が研究段階から参画していることです。現場の動きを研究に取り入れ、研究内容が現実に即しているか随時確認してもらいます。そして最終的には、DMAT が現場で活動する際、研究成果を活用してもらうこと

を目指しています。

DMAT は、発災直後、被災地について限られた情報しか得られていない段階でも、時間を費やすほど死亡者が増える恐れがあるため、可能な限り短時間で被災地に赴こうとします。これまでは、例えば「この道は通行できるのか、できないのか」など、具体的な被災地の情報を、DMAT 隊員自らが現地で収集し、地図に落とし込みながら、医療活動を行わざるを得ないこともしばしばでした。しかし、この研究の結果、DMAT が広域被害の情報を迅速に得られるようになれば、活動の効率が格段に上がり、本来業務である救命活動により集中できるようになります。

さらに、この研究は、DMAT への被災地情報提供だけではなく、DMAT の動きのシミュレーションモデルの解析に基づき、「この条件下ではこの行動が望ましい」と導き出して DMAT に提案できるようにするまでを目指します。



【図 1】研究体制

▶ 進捗状況

研究開始後、越村教授らは、まず、津波被害から病院被害を推定するためのモデル構築に着手しました。津波被害と、被災した病院を「即時復旧可」「1 週間、1 か月で再開可」「撤退」、の数段階に分け、相関を明らかにできるようにするための準備を進めています。

2018 年 1 月には、DMAT の動きのモデル化に取り組むため、徳島県で実施された DMAT 訓練に参加し、災害医療活動の把握を行いました。大災害の発生時には、警察、消防、自衛隊、海上保安庁、医師、看護師、救急隊、ロジスティクス職員、県の災害対策本部など、数多くの人が、それぞれの役割で働きます。それぞれをシミュレーション上の「エージェント」と定義づけて、各自がどう動くか、お互いにどう関係しているか、エージェント同士は何をやり取りしているか等を正確に捉え、今後、「マルチエージェント・シミュレーションモデル」を構築していく計画です。

「DMAT 訓練に参加し、資料や文献を読むだけではわからなかった現場の複雑な動きがわかりました。」このエージェント・シミュレーションには、さまざまな関係者の意思決定、

傷病者の発見、トリアージ、治療または被災地外への搬送など、災害医療現場のリアルな現実を組み込む計画です。まずは現状の動きと、起こっている問題を含め、シミュレーションで再現することを目指します。次に、ではどうしたら問題が解決でき、効率よい活動ができるようになるかを、解明していきます。「災害医療の最前線では、救急・消防、医療、行政など、さまざまな職種の人がさまざまな本部・現場で、いろいろな意思決定をします。その無数の組み合わせをシミュレーションで計算するわけです。動きのばらつきも加味し、何百回、何千回と試行すると、平均像が見えてきます。失敗するのはどういう時か、どうすればその失敗を回避できるか、一番効率よく動けるのはどういう時かを、割り出すことができるようになります。」

DMAT は、さまざまな災害対応で蓄積した経験則を持っています。これまでは、発災後限られた情報しか得られず、また状況が刻々と変わる中で、その都度集めた情報とこれまでの経験則を総合した判断に基づいて動いてきました。しかし、越村教授らの研究が進めば、DMAT の活動に科学的な根拠を与え、よりよい活動体制や戦略を提案し、DMAT が格段に動きやすくなることが期待されます。



徳島県における DMAT 訓練の様子

▶ 今後の計画

本研究は開始したばかりですが、今後研究チームは、被災状況モデル、DMAT のシミュレーションモデルを、順次組み合わせていき、5 年後に実際に運用開始することを目指しています。「これまでのように、分析し、状況を把握する研究を、防ぎ得た災害死を減らす研究へと高めていきたい。実際に災害医療に携わってきた関係者と協働することで、将来の災害で使えるものを本気で目指しています」と、越村教授は話します。

DMAT の制度は、1995 年阪神・淡路大震災で、被災地で迅速な医療行為ができず、救えたはずの多くの命を失ったことをきっかけに、発展を遂げてきました。上述のとおり、越村教授らの広域被害把握技術は、2011 年東日本大震災を契機としています。災害大国日本で、被災経験を転じ、災害発生時の解決策を創出する努力が続いています。

仙台平野で新たに活断層を確認



災害理学研究部門 岡田 真介 助教

現在、日本全国で約 2000 の活断層があるとされています。それぞれの活断層は千年～数万年に一度動き、内陸地震を発生させますが、距離の長い活断層は断層面積も大きく、ため込まれるエネルギーも大きくなるため、大地震につながりやすくなります。

仙台平野の平野部と丘陵部の境目には、「長町―利府線断層」とよばれる活断層が存在します。人口密集地の真下で、しばらく活動した記録がなく、実際に動けば M7.0 ～ 7.5 の地震を起こす可能性があるため、注意が呼びかけられています。この活断層は明瞭なものですが、一方で、地中に潜ってわかりにくい活断層（伏在活断層）もあり、長町―利府線断層の東側に長さ 8 km 以上にわたって伏在する「苦竹断層」もその一つです。このたび IRIDeS の岡田真介助教（災害理学）ら研究チームは、さらに、これまで知られていなかった別の伏在活断層の解明に取り組みました。

仙台平野南部の名取市愛島（めでしま）には 2.5 km ほどの崖をとまう丘陵地帯があります。以前より、活断層の一部が崖として露出したものではないかと推測されていましたが、科学的証拠はありませんでした。本物の活断層であれば、全長わずか 2.5 km のみということはまずなく、残りは地下に隠されていることになります。

岡田助教らは、「これは本当に活断層なのか？もしそんな

ら、この活断層の残りは、どのように続いているのか？」という命題に取り組みました。岡田助教らは、まず、音波を地下に送ってその反射から地質構造を調べる「反射法地震探査」を実施しました。仙台平野を東西方向に少しずつ移動しながら探ったところ、愛島だけでなくかなり南下したところまで、地下の地質が活断層によって変形を受けていることがわかりました。最初は水平であった地層を上押し上げる動きが何度も過去に繰り返し起こっていた、つまりここに活断層があると考えられます。さらに、地球の内部構造による重力の微妙な差を利用して地下の密度構造を探る「重力探査」で確かめたところ、調査結果は「反射法地震探査」の結果と矛盾せず、この地域にやはり伏在活断層があるとの結論が出ました（図 1、2）。また、この伏在活断層が北は愛島丘陵北東部付近で消失していることも判明しました。岡田助教らは、これらを論文等で発表しました（日本活断層学会 2014 年度秋季学術大会、「地震 第 2 輯 70」2017）。

今回の研究は、仙台平野の新たな活断層を確認し、位置や特徴を明らかにすることが目的で、この活断層が最後に活動した時期を調べるものではありませんでした。今後、これがどのように地震につながるかが気になるところですが、「この活断層付近の地質構造をみると、地層のずれは大きくありません。地上に明瞭な地形として表れていないことから、活動度は低く、危険度もそれほど大きくないと考えられます」と岡田助教。もし、これが北部の苦竹断層などにつながっている場合は、より大きな地震を引き起こす可能性があります。この断層が北に向かう途中で切れており、苦竹断層とは別物とみられることが判明したのも、今回の調査の収穫でした。

岡田助教らの今回の一連の研究で、仙台平野の活断層の様相がまたひとつ明らかになりました。「今回、この活断層の北端については突き止めましたが、南にどこまで伸びているかについては未確認で、今後の課題です」と岡田助教は語ります。

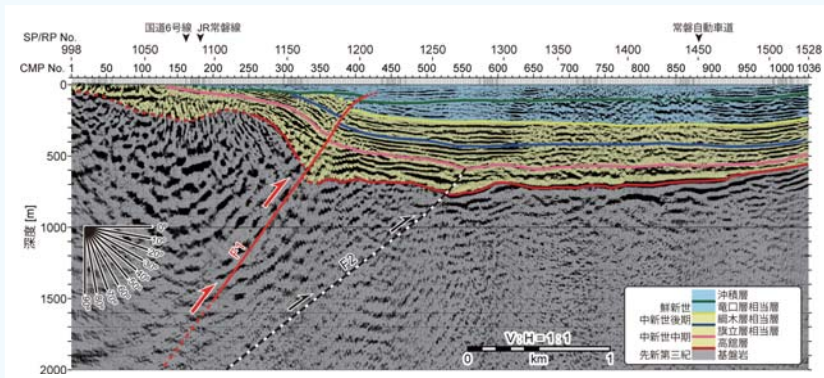


図 1 地下構造断面図。F1 の線が伏在活断層。線より左側（西側）の地層が大きく傾き、活断層によって変形を受けている。（岡田ほか 2017, 地震第 2 輯, 70, 109-124 を改変）

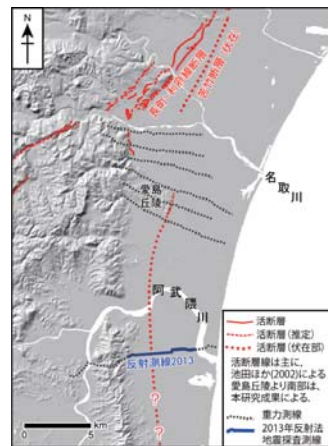


図 2 今回新たに確認された活断層（愛島丘陵より南の赤色点線部分）

津波と藻場被害の関係を科学的に明らかに



寄附研究部門
山下 啓 助教

災害リスク研究部門
サッパシー・アナワット 准教授

「藻場」（もば）とは、浅い海域で海草・海藻が生息する場所のことです。たとえば海草のアマモは水を浄化し、稚魚の成育を助けます。ワカメやコンブなどの海藻は日本の食生活に欠かせず、アワビやウニの餌になるものもあります。さまざまな海の生物を育む藻場は、海面下にあるため日常生活で目にすることはありませんが、生態系・水産業・経済などの点で、人間にとって極めて重要な存在です。

東日本大震災の津波により、東北沿岸部の藻場は打撃を受け、例えば宮城県南三陸町志津川湾のアマモはほとんどが失われてしまいました。しかし、津波が藻場に被害を与える「科学的メカニズム」については、これまでほとんど解明が進んでいませんでした。

そこで IRIDeS の山下啓助教（津波工学）らは、津波と藻場被害の関係を明らかにする研究に着手しました。以前から津波



アマモ（写真：宮城県公式 WEB サイト 水産技術総合センター）

土砂移動に関する研究に取り組んでいた経験を生かし、まず、津波による土砂移動や流速と藻場の被害にはおそらく関係があるだろうと推論し、「津波により土砂地盤が削られ、砂場が巻き上げられることで、アマモが根こそぎ失われる」、「強い流れによりワカメが岩場から引きちぎられる」、「流れた土砂が岩場に降り積もってワカメに被害を与える」などの具体的な状況をそれぞれ想定しました。さらに、志津川湾を対象に、藻場の被害実態と、津波土砂移動シミュレーションで推測できる被害状況が一致するかどうか調べたところ、例えば砂場が侵食された場所はアマモの被害場所と重なるなど、津波の土砂移動・流速と藻場被害に関係性があることを確認できました。

その後、山下助教は IRIDeS のサッパシー・アナワット准教授（津波工学）らと協力してテーマをさらに深め、「津波がどのくらい藻場を侵食したら、どのくらいの藻場被害を出すか」という、津波の力と藻場の被害程度の関係を量的に解明する研究に取り組むことにしました。今度は石巻市万石浦を対象に、まずは津波の流速と藻場被害の関連性を調べ、成果を論文として発表したところです*。例えば、津波流速が秒速 1m の場合、アマモの約半分が被害を受けること、秒速 3m まで流速が上がると、アマモの 9 割が失われることがわかりました。今後さらに、土砂移動も加味した研究に発展させていく予定です。

これまで、藻場を生態学の分野で研究したり、台風が藻場にダメージを与えるメカニズムを明らかにするものはありましたが、津波と藻場被害の関係を解明しようという研究はありませんでした。「津波が藻場を破壊する科学的メカニズムが詳細に解明できれば、津波によって被害を受けにくい藻場がどこかも、わかるようになる」と期待されます。今後の藻場被害を防ぐための知見を提供し、沿岸地域の生業を守りたいと願っています。」ゆくゆくは、南海トラフ地震津波被害想定域まで研究対象を広げたいと、山下助教は話します。

* Suppasri, A., Fukui, K., Yamashita, K., Leelawat, N., Hiroyuki, O. and Imamura, F. (2018) Developing fragility functions for aquaculture rafts and eelgrass in the case of the 2011 Great East Japan tsunami, Natural Hazards and Earth System Sciences, 18, 145-155.



山下助教が取り組んでいた津波土砂移動シミュレーション研究

活動紹介Topics

Activity 01

不確実な科学情報を社会の災害軽減に役立てるためには 「南海トラフ地震予測対応勉強会」で追求

「南海トラフ」とは、静岡県沖から宮崎県沖まで延びる、深海のプレート沈み込み帯に形成されている溝のことで、この付近では過去に何度も巨大地震が発生してきました。1854 年安政地震、1944、46 年昭和地震など、東南海地震・南海地震が連続して起こり、大災害となった事例も知られています。東日本大震災後、日本では地震想定の新検証が進み、2012 年、内閣府は専門家の意見をもとに「将来、南海トラフ巨大地震が発生した場合、最大で M9 クラス、最悪で 32 万人以上の死者数となるケースもありうる」という、新想定を発表しました。

IRIDeS では若手研究者有志が発起人となり、2016 年 12 月から、南海トラフ巨大地震に関する勉強会を、さまざまな分野の専門家を招いて月一回のペースで行ってきました。特に中心となるテーマは、「不確実な予測情報を、どのように社会の災害軽減に役立てることができるか」です。現在の科学では、いつ、どこで、どのくらいの規模の地震が発生するか、正確に予測することはできません。しかし、近年急速に整備が進んだ海底観測網により、海底のプレートの動きや、「スロースリップ」など、地震の誘発もしうる現象を捉えることが可能になりました。現在、南海トラフ域には、リアルタイムでデータが取得できる「世界の観測網」

が敷かれています。例えば「海底で普段と違う現象が観測された。これがすぐに地震につながるかどうかはわからない。しかし、地震が発生する確率は上がる」といった、不確実ではあるが科学に基づく予測情報が得られた場合、事前に何らかの対応をし、防災に生かすことはできるのでしょうか。理学、工学、心理学、火山学の研究者や、南海トラフ域で防災計画に携わってきた実務者、災害報道に携わってきたメディア関係者等と議論を重ねています。勉強会世話人代表・福島洋准教授（災害理学）は、「本勉強会を 1 年あまり続け、予測に関する情報の出し方・伝え方・受け方について、さまざまな観点から検討できた。今後も学際的に取り組みながら、テーマを掘り下げていきたい」と話します。

研究者は、データが存在すれば過去と現在の分析はできますが、未来を正確に見通すことは不可能です。それでも、科学情報を何とか未来に役立てることはできないか。南海トラフ地震のリスクを軽減することはできないか。研究者の追求は続きます。



北川尚・前高知県理事をゲストに迎えての勉強会
(2018 年 1 月 22 日撮影)

Activity 02

平成 28 年台風 10 号被災地・岩泉で巡検

2016 年 8 月 30 日、台風 10 号による豪雨と小本川の氾濫により甚大な被害が出た岩手県岩泉町。1 年あまりたった 2017 年 10 月 21 日、IRIDeS の蝦名裕一准教授（歴史学）および森口周二准教授（土砂災害）らが現地を訪れ、台風 10 号の報道を担当した地元メディアのエフエム岩手岩泉支局・鷲塚由美子氏、地元で活動する防災士・守田敏正氏らの案内で巡検を行いました。

蝦名准教授と森口准教授は、河川氾濫分析結果（呉修一准教授（富山県立大）提供）や岩泉の古地図から得られる情報を、現地の地形や地元関係者の証言と照らし合わせながら考察しました。その結果、当時、短時間に集中した豪雨および堰として作用した流木により小本川が氾濫したこと、また、あふれた水が流れ下った道路の位置に、以前は川が流れていたことが示唆されました。蝦名准教授は、「結論を導くにはさらに詳細な調査が必要ではあるが、人為的な作用によって土地利用が変化しても、災害時にはときとして昔の土地利用の名残が影響してしまう一例ではないか」と指摘しました。

さらに IRIDeS 研究者と鷲塚氏・守田氏らは、現在の災害報道や防災対策の課題などに関し意見交換を行いました。森口准教授は、防災士の守田氏が個別訪問調査に基づき独自に作成した土砂災害対策冊子について、「住戸ごとに何が危険か、また災害時にどこにどのルートで避難するかなど、個人が防災を我が事と捉えられるきっかけとなる情報が盛り込まれており、先進的で今後の防災のあり方に極めて参考になる」と述べました。IRIDeS の文理連携の研究者と地元を熟知するメディア関係者・防災士の協働により、さまざまな発見と有用な知見が得られる機会となりました。



護岸が壊れたままの小本川（小川地区）



蝦名准教授、森口准教授、防災士の守田氏、
エフエム岩手の鷲塚氏らと意見交換
(写真はいずれも 2017 年 10 月 21 日撮影)

Activity 03

石垣島で「世界津波博物館会議」

2015 年 12 月に国連総会で「世界津波の日」の制定が決議されました。2 回目の「世界津波の日」となる 2017 年 11 月 5 日、国連国際防災戦略事務局 UNISDR・日本の外務省・国際協力機構 JICA は、沖縄県石垣島において「世界津波博物館会議」を開催し、IRIDeS も協力しました。

石垣島は過去に何度も津波に襲われてきたと推定されており、中でも 1771 年の明和大津波の際は甚大な被害を出したことが、歴史記録から明らかになっています。また、石垣島は、津波で内陸に運ばれた巨石「津波石」が数多く存在することでも知られてます。

世界津波博物館会議では、アメリカ・ハワイ「太平洋津波博物館」、和歌山県「稲むらの火の館」をはじめ、インドネシア、タイ、スリランカ、ポルトガル、トルコの津波や防災に関する博物館の関係者が一堂に会し、各博物館の活動紹介や課題の共有を行いました。IRIDeS の川島秀一教授と後藤和久准教授は、それぞれ民俗学と地質学の立場から、津波石に関する講演を行いました。また、東日本

大震災の被害と復興の記録である 3D 映画「大津波 3.11 未来への記憶」（NHK メディアテクノロジー制作、IRIDeS 今村文彦所長監修）の上映も行われました。津波に対する理解を深めつつ、世界の津波博物館の現状と課題を共有し、津波博物館・防災関係者が国際連携の重要性を確認する貴重な機会となりました。



会議に先立ち石垣島にて行われた巡検で、
津波石の解説を行う後藤准教授



世界各国の津波博物館関係者によるディスカッション

写真特集 東日本大震災

—写真で見る被災地この7年—

(写真・文 智片通博 情報管理・社会連携部門 特任教授(客員))

1 宮古市田老地区



震災から3週間余り。「万里の長城」とも呼ばれた二重の防潮堤に囲まれて、2003年には「津波防災の町」宣言をした田老町だったが…。(2011年4月8日)



沈下した陸側の防潮堤はT.P.+10mまでかさ上げ(右端の白い部分がすぎ足した所)。奥に見える山を切り崩して高台移転工事が始まった。(2014年4月23日)



かつてたくさんの住宅や商店が並んでいた田老の中心部は野球場になり、中学生の歓声が町じゅうに響いていた。(2016年6月19日)



高台移転した田老三王地区。宮古警察所の田老駐在所や消防署、保育所、診療所もこの高台に移転した。(2017年9月15日)

2 陸前高田市



高さ15mあまりの津波に襲われた陸前高田市の中心部。1500人以上が犠牲になった。(2011年4月9日)



震災から2年余りたった当時も、がれきの片づけのため全国から多くのボランティアがかけつけていた。(2013年8月3日)



災害復興工事が進む中心部。一直線に伸びているのは手前の山を切り崩した土砂を運搬する巨大なベルトコンベアー。(2014年4月25日)



かさ上げた中心部に完成した複合商業施設「アパッセたかた」。スーパーや本屋、食堂などが営業開始。7月には市立図書館も開館した。(2017年9月17日)

3 気仙沼市鹿折地区



海から700メートル余り、JR鹿折唐桑駅の前に打ち上げられた巻き網漁運搬船第18共徳丸。(2011年4月10日)



周辺のがれきが片付けられるなか、第18共徳丸だけが残っていた。震災の記憶を伝えるため残すべきという声もあったが、この年10月に解体・撤去された。(2013年8月4日)



青色の工事ネットに包まれているのは建設中の災害公営住宅。ガソリンスタンドが営業開始した。(2016年4月23日)



震災の夜、火災に見舞われた鹿折地区でも、居住用一般住宅の建設がようやく始まった。(2017年9月17日)